

PATENT ABSTRACTS OF JAPAN

(11)Publication number : 04-328516

(43)Date of publication of application : 17.11.1992

(51)Int.Cl.

G02B 26/10

G03G 15/04

H04N 1/04

(21)Application number : 03-098406

(71)Applicant : MINOLTA CAMERA CO LTD
OMRON CORP

(22)Date of filing : 30.04.1991

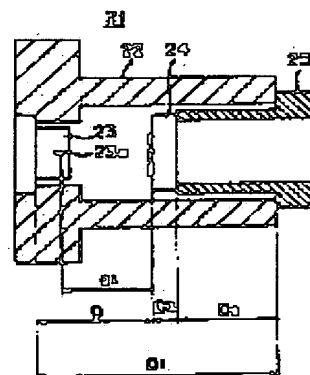
(72)Inventor : NAIKI TOSHIO
HAMADA AKIYOSHI
NAKAMURA HIROSHI
ONO OSAMU
MURAKAMI MASANORI
OGATA SHIRO
ITO YOSHINORI

(54) LASER BEAM SCANNING SYSTEM

(57)Abstract:

PURPOSE: To provide the laser beam scanning optical system which can suppress the defocusing of an optical system due to the deformation of a scanning optical element with ambient temperature within a practically permissible range.

CONSTITUTION: A laser light source unit 21 is constituted by combining a Fresnel lens 24 which utilizes a refraction phenomenon and a diffraction phenomenon and a laser diode 23. The laser diode 23 shifts in oscillation frequency to the longer wavelength side as the temperature rises and the focal length of the Fresnel lens 24 is in inverse proportion to the wavelength. Holders 22 and 25 have constant coefficient of linear expansion and shorten a distance D1 through thermal expansion with the temperature. The total defocusing of the light source unit 21 causes the extent of convergence of a projection beam to vary to cancel the defocusing of a resin-made optical element such as a cylindrical lens and a toric lens on the image plane due to the temperature rise.



BEST AVAILABLE COPY

LEGAL STATUS

[Date of request for examination]

[Date of sending the examiner's decision of rejection]

[Kind of final disposal of application other than the examiner's decision of rejection or application converted registration]

[Date of final disposal for application]

[Patent number]

[Date of registration]

[Number of appeal against examiner's decision of rejection]

[Date of requesting appeal against examiner's decision of rejection]

[Date of extinction of right]

Copyright (C); 1998,2003 Japan Patent Office

(19) 日本国特許庁 (J P)

(12) 公開特許公報 (A)

(11) 特許出願公開番号

特開平4-328516

(43) 公開日 平成4年(1992)11月17日

(51) Int.Cl. ⁴	識別記号	庁内整理番号	F I	技術表示箇所
G 0 2 B 26/10		D 8507-2K		
G 0 3 G 15/04	1 1 6	9122-2H		
H 0 4 N 1/04	1 0 4 A	7251-5C		

審査請求 未請求 請求項の数 2 (全 11 頁)

(21) 出願番号 特願平3-98406

(22) 出願日 平成3年(1991)4月30日

(71) 出願人 000006079

ミノルタカメラ株式会社

大阪府大阪市中央区安土町二丁目3番13号

大阪国際ビル

(71) 出願人 000002945

オムロン株式会社

京都府京都市右京区花園土堂町10番地

(72) 発明者 内貴 俊夫

大阪府大阪市中央区安土町二丁目3番13号

大阪国際ビル ミノルタカメラ株式会社

内

(74) 代理人 弁理士 森下 武一

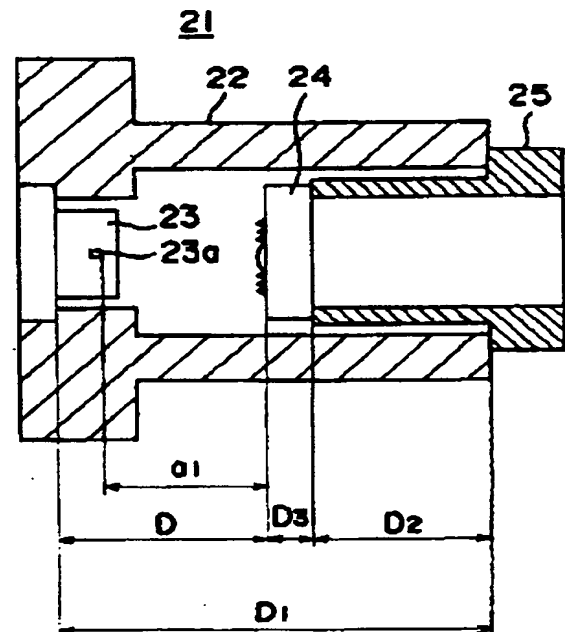
最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 レーザビーム走査光学系

(57) 【要約】

【目的】 環境温度の上昇に伴う走査光学素子の変形による光学系のデフォーカスを実用上許容できる範囲に抑えることのできるレーザビーム走査光学系を提供すること。

【構成】 屈折現象と回折現象を利用したフレネルレンズ24とレーザダイオード23を組み合わせてレーザ光源ユニット21を構成する。レーザダイオード23は温度上昇によって発振波長が長波長側に変化し、フレネルレンズ24は焦点距離が波長に反比例する。ホルダ22、25は一定の線膨張係数を有し、温度上昇による熱膨張作用で距離D₁を短くする。光源ユニット21の総合的なデフォーカスにより出射ビームの収束度合が変化し、シリンドリカルレンズ、トーリックレンズ等の樹脂製光学素子の温度上昇に伴う像面上でのデフォーカスを相殺する。



【特許請求の範囲】

【請求項1】 画像情報に基づいてレーザ光源から放射されたレーザビームで偏向器、光学素子を介して記録媒体上を走査するレーザビーム走査光学系において、温度上昇によって発振波長が長波長側へ変化するレーザダイオードと、回折効果を有し、焦点距離が波長に反比例する集光レンズとを一体的にユニット化した光源ユニットを備え、前記レーザダイオードと集光レンズの温度変化に伴うデフォーカスと、光学素子の温度変化に伴うデフォーカスとが互いに相殺されること、を特徴とするレーザビーム走査光学系。

【請求項2】 前記光源ユニットは、温度上昇による熱膨張作用でレーザダイオードと集光レンズの間隔を短くする保持部材を備えていることを特徴とする請求項1記載のレーザビーム走査光学系。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【産業上の利用分野】 本発明は、レーザビーム走査光学系、特に電子写真複写機、レーザプリンタ、ファクシミリ等の画像形成装置の画像書き込み用ヘッドとして使用されるレーザビーム走査光学系に関する。

【0002】

【発明の背景】 従来、電子写真方式によるレーザプリンタでは、感光体上へ画像を書き込むためのレーザビーム走査光学系として、レーザダイオードを光源としたものが広く使用されている。レーザダイオードから放射されたレーザビームは偏向器（ポリゴンミラー）で一平面上に等角速度で偏向走査され、 $f\theta$ レンズあるいは $f\theta$ ミラー等の光学素子で走査速度を補正したうえで走査ライン（感光体）上に結像される。そして、レーザダイオードから放射されるレーザビームは一定の広がり角を有する拡散光であるため、レーザダイオードの正面に集光レンズ（コリメータレンズ）を設け、平行光又は収束光に集光している。

【0003】 近年では、製作の容易性、コスト低減のために光学素子の素材としてガラスに代えて樹脂が用いられる傾向にある。しかし、樹脂製の光学素子（レンズ）では環境温度の変化に応じて形状（厚さ、曲率半径）、屈折率が変化し、像面上でデフォーカスが発生し、ビームのスポット径が変動する問題点を有している。一方、ミクロンオーダーの周期を持つ格子状同心円パターンで、その断面が鋸歯状となったフレネルレンズが開発されている。このフレネルレンズは屈折現象と回折現象を利用し、平行な光が入射すると格子の各部分で光が曲がり、入射光を一点に集束する。逆に、焦点から放射された拡散光を格子の各部分で平行化する。このフレネルレンズを従来のコリメータレンズに代えてレーザ光源ユニットを構成することが考えられる。しかし、ここではレーザダイオードの発振波長の変化に起因するデフォーカスが最大の問題点となる。即ち、回折現象を利用して

いるフレネルレンズは、波長変化に対して不安定であり、僅かな波長変化に対して敏感に焦点距離が変動する。プリンタのレーザビーム走査光学系にあっては、その僅かな焦点距離の変動が走査光学系を通して数百倍に拡大され、像面（感光体）上でのデフォーカスを引き起こす。ちなみに、レーザダイオードから放射されるレーザビームの波長は、発光部の発熱量の増加、環境温度の上昇により長波長側にシフトする。また、前記フレネルレンズの焦点距離はレーザダイオードの発振波長に反比例する。

【0004】 そこで、本発明者らは、前記レーザダイオードとフレネルレンズの特性あるいはそれらの保持部材の熱膨張作用を利用し、光学素子の樹脂化に伴う環境温度上昇による像面でのデフォーカスを補正することに着目した。

【0005】

【発明の目的、構成、作用】 即ち、本発明の目的は光学素子に樹脂製レンズ等を用いた場合であっても環境温度の上昇による走査光学系のデフォーカスを実用上問題とならない程度に小さくできるレーザビーム走査光学系を提供することにある。以上の目的を達成するため、本発明に係るレーザビーム走査光学系は、温度上昇によって発振波長が長波長側へ変化するレーザダイオードと、回折効果を有し、焦点距離が波長に反比例する集光レンズとを一体的にユニット化し、レーザダイオードと集光レンズの温度変化に伴うデフォーカスと、光学素子の温度変化に伴うデフォーカスとが互いに相殺されるようにした。

【0006】 前記集光レンズは薄い平板状をなし、その焦点距離は1～10mm程度であり、焦点又はその近傍にレーザダイオードを設置することで一つのパッケージに高密度実装した光源ユニットが得られる。レーザダイオードから放射された拡散光は集光レンズの屈折効果、回折効果によって平行光あるいは収束光に集光される。光学素子として樹脂レンズが使用されていると、温度上昇に伴ってその曲率半径及び芯厚は増加傾向にあり、屈折率は減少傾向にある。従って、走査系の焦点距離が実質的に長くなり、像面は後方にデフォーカスする。一方、光源ユニットにおいては、レーザダイオードから放射されるビームの波長は、発光部の温度上昇で長波長側にシフトする傾向にあり、これに起因して集光レンズの焦点距離が短くなる。さらに、必要であればレーザダイオードあるいは集光レンズの保持部材の熱膨張によってレーザダイオードと集光レンズの間隔が短くされる。このような光源部でのデフォーカスによって像面がほぼ元の焦点位置に戻され、最終的に走査光学系のデフォーカス（ビームのスポット径）が実用上問題とならない程度に抑えられる。

【0007】

【実施例】 以下、本発明に係るレーザビーム走査光学系

3

の実施例につき、添付図面に従って説明する。

【第1実施例、図1～図4参照】図1は本発明の第1実施例であるレーザビーム走査光学系20を組み込んだレーザプリンタを示す。

【0008】このレーザプリンタは、本体1の略中央部分に感光体ドラム2が矢印a方向に回転駆動可能に設置され、その周囲に帯電チャージャ3、現像器4、転写チャージャ5、残留トナーのクリーナ6を配置したものである。レーザビーム走査光学系20は感光体ドラム2の上方に設置され、帯電チャージャ3によって所定の電位に均一に帯電された感光体ドラム2の表面にレーザビームを照射し、所定の画像を潜像として形成する。この潜像は現像器4で現像され、トナー画像とされる。

【0009】一方、記録用シートは本体1の下段に設置した給紙カセット10から1枚ずつ自動的に給紙され、タイミングローラ11を経て転写部へ搬送される。シートはここでトナー画像を転写され、定着器12でトナーの定着を施された後、排出ローラ13から本体1の上面に排出される。図2はレーザビーム走査光学系20を示す。

【0010】この光学系20は、光源ユニット21、シリンドリカルレンズ30、ポリゴンミラー31、 $f\theta$ レンズ32、平面ミラー33、画像書き込みスタート位置検出センサ45（以下、SOSセンサと称する）このSOSセンサ45へレーザビームを導くミラー41、42を図示しないハウジングに取り付けたものである。光源ユニット21（その構成は後述する）から出射されたレーザビームは、シリンドリカルレンズ30を透過することによりポリゴンミラー31の反射面付近にその偏向面に一致する直線状に収束される。ポリゴンミラー31は矢印b方向に一定速度で回転駆動され、レーザビームを連続的に等角速度で偏向走査する。走査されたレーザビームは $f\theta$ レンズ32を透過した後、平面ミラー33で反射され、図示しないハウジングのスリットを通じて感光体ドラム2上で結像する。このとき、レーザビームは感光体ドラム2の軸方向に等速で走査され、これを主走査と称する。また、感光体ドラム2の矢印a方向への回転に基づく走査を副走査と称する。

【0011】以上の構成において、光源ユニット21からのレーザビームのオン、オフと、前記主走査、副走査とによって感光体ドラム2上に画像（静電潜像）が形成される。 $f\theta$ レンズ32は主走査方向に対するレーザビームの走査速度を走査域の中心部から両端部にわたって均等となるように（歪曲収差を）補正する。シリンドリカルレンズ30は、 $f\theta$ レンズ32と共働してポリゴンミラー31の面割れ誤差を補正する。

【0012】一方、ポリゴンミラー31で偏向走査されたレーザビームのうち一部は、ミラー41、42からシリンドリカルレンズ46を介してSOSセンサ45へ入射し、その検出信号に基づいて1ラインごとの画像書き

4

込みスタート位置が制御される。ここで、光源ユニット21について説明する。

【0013】図3に示すように、光源ユニット21は、ホルダ22にレーザダイオード23を取り付け、フレネルレンズ24を固定したホルダ25をホルダ22に挿入したもので、ホルダ25はホルダ22の先端で固着されている。また、ホルダ22は光量モニタ用フォトダイオードを備えた図示しないベース上に固定されている。レーザダイオード23は所定の電流を供給することにより接合面から拡散光を放射する。フレネルレンズ24は、ミクロンオーダーの周期を持つ格子状同心円パターンの集合で、その断面を鋸歯状に成形したものである。このフレネルレンズ24は屈折効果と回折効果を有し、格子の各部分で光が曲げられる。平行光が入射すると一点（焦点）に収束され、焦点から放射された拡散光は平行光とされる（図4参照）。

【0014】従って、レーザダイオード23の発光部23aをフレネルレンズ24の焦点に設置することにより、レーザダイオード23から放射された拡散光はフレネルレンズ24で平行光に集光され、光源ユニット21から前記シリンドリカルレンズ30へ向かって出射される。また、レーザダイオード23の発光部23aをフレネルレンズ24の焦点よりも僅かに遠い位置に設定すると、光源ユニット21からは収束光が出射される。本実施例では後者の設定により得られる収束光を用いている。

【0015】ここで使用されているフレネルレンズ24はポリカーボネイトからなり、波長780nmのレーザビームに対応するように設計されている。フレネルレンズ24は極めて小型、軽量で、レーザダイオード23、モニタ用フォトダイオード28等と共に一つのパッケージ内に高密度実装できる。従来はコリメータレンズとしてガラスモールドの単玉非球面レンズを用いていたのであるが、これと比較して光源部が小型化し、光学系ハウジングへの組み込みに際してレーザダイオードとフレネルレンズとを互いに位置調整する必要がなくなる。また、フレネルレンズは成形法で量産でき、研摩工程も不要であるという利点を有する。

【0016】さらに、今日では、レーザプリンタの低速化が進むと共に、感光体の感度が改善され、像面上で必要な光量は0.2mW程度で十分な場合がある。この場合、通常の光学系では光透過率が25～30%程度であるため、レーザダイオードの出力は0.8mW程度となる。しかし、これではレーザダイオードはLED発光からLD発光へ切り替わる領域でのシュレッシュホールド出力程度となり、応答性が悪くなる。しかし、フレネルレンズは光透過効率が50%あるいはそれ以下のものを製作でき、レーザダイオードをLD発光の領域で駆動させ、応答性を上げることができる。

【0017】【第2実施例、図5参照】図5において、

レーザビーム走査光学系20'はポリゴンミラー31の後段に設けたトーリックレンズ35、球面ミラー36、平面ミラー37を通じてポリゴンミラー31で偏向走査されたレーザビームを感光体ドラム2上へ結像するように構成されている。SOSセンサ45に対しては一つのミラー43でレーザビームを導く。光源ユニット21は図3に示したのと同じ構成からなり、収束光を出射する。

【0018】ここで、トーリックレンズとは、入射側又は射出側のいずれか一方の面がトロイダル面而他方の面が球面、平面又はシリンドリカル面であるレンズをいう。本実施例において、トーリックレンズ35は入射側の面がトロイダル面、射出側の面が球面にて構成されている。トロイダル面とは二つの主経線がそれぞれ異なった曲率中心を有する面をいう。

【0019】球面ミラー36はfθレンズに代わって、トーリックレンズ35と共に主走査方向に対する走査速度を走査域中心からその両端部にわたって均等となるように（歪曲収差を）補正すると共に、感光体ドラム2上での主走査方向の像面湾曲を補正する。また、トーリックレンズ35のトロイダル面は、ポリゴンミラー31の面倒れ誤差を補正すると共に、感光体ドラム2上での副走査方向の像面湾曲を補正する。本実施例ではシリンドリカルレンズ30によってビームをポリゴンミラー31に集光する一方、トーリックレンズ35のトロイダル面によってポリゴンミラー31の各反射面と集光面とが共役関係を持するようにしている。一方、トーリックレンズ35の球面は、主として主走査方向の像面湾曲を補正すると共に、歪曲収差の補正を行なう。

【0020】〔環境温度の上昇と走査系による像面デフォーカス〕ところで、以上の走査光学系20、20'においては、シリンドリカルレンズ30及びトーリックレンズ35はアクリル樹脂で成形され、球面ミラー36はポリカーボネイト樹脂で成形されている。これらの樹脂製光学素子は環境温度の上昇の影響を受けやすく、温度上昇に伴って曲率半径及び芯厚は増加傾向にあり、屈折率は減少傾向にあり、いずれも正のパワーを弱める。即ち、温度上昇に伴って走査系の焦点距離が実質的に長くなり、主として副走査方向に像面が後退するデフォーカスが生じる。

【0021】そこで、光源ユニット21で前記デフォーカスの補正を行なわない場合、各実施例の光学系20、20'で一定の温度上昇に対して、光学素子の変形によってどの程度デフォーカスが発生するかを各光学素子ごとに検討する。図6は光学系20、20'における基準温度（20℃）での像面湾曲特性を示す。

【0022】図7はシリンドリカルレンズ30のみを40℃に上げた場合の像面湾曲特性を示す。このシリンド

$$f\lambda = f'\lambda'$$

$$f' = (\lambda/\lambda') f$$

リカルレンズ30は副走査方向にのみパワーを持つため、副走査方向の像面のみが後退し、主走査方向にデフォーカスは生じていない。図8はトーリックレンズ35のみを40℃に上げた場合の像面湾曲特性を示す。このトーリックレンズ35も主走査方向に対するパワーが弱く、副走査方向に対するパワーが強いため、副走査方向の像面が大きく後退し、主走査方向の像面は殆ど変わらない。

【0023】図9は球面ミラー36のみを40℃に上げた場合の像面湾曲特性を示す。球面ミラー36は焦点距離に関与するのが曲率の変化のみであるため、その影響は小さく、主、副走査方向共像面は殆ど変化しない。以上を総合すると、20℃の温度上昇に対して像面の形そのものは主、副走査方向共に殆ど変化はなく、主走査方向に0.14mm、副走査方向に3.76mm、像面が後退することとなる。デフォーカスが発生するとビーム径が太り、感光体上でのエネルギー密度の低下を招き、電子写真プロセスを経た最終画像ではラインの細り、画像濃度の低下となる。

【0024】図10～図12は走査光学系でのビームの収束状態を示し、図10は基準温度（20℃）の場合、図11は20℃の温度上昇があった場合（補正なし）、図12は以下に示すように光源ユニット21でデフォーカスの補正を行なった場合を示す。図11、図12において、2Wの範囲が実用上問題とならないデフォーカスの範囲である。環境温度が上昇した場合（図11参照）、主走査方向のデフォーカス量 ΔX_v （0.14mm）は許容範囲内であるが、副走査方向のデフォーカス量 ΔX_r （3.76mm）は許容範囲を外れている。

【0025】〔デフォーカスの補正I〕レーザダイオードは発光部の発熱量の増加、環境温度の上昇により発振波長が変化する特性を有している。そして、回折効果を利用しているフレネルレンズは波長の変化に対して不安定であり、僅かな波長変化に対して敏感に焦点距離が変動（デフォーカス）する。また、図3に示した光源ユニット21においてはホルダ22、25は素材自体が所定の熱膨張係数を持ち、それぞれ熱膨張作用によって光源部でのデフォーカスが発生させる。走査光学系全体として考慮すると、僅かな焦点距離の変動（デフォーカス）が前述の光学素子30、32、35、36を通して数百倍に拡大され、像面（感光体ドラム表面）上でのデフォーカスが発生させる。本発明はこのような光源部でのデフォーカスによって走査系による像面デフォーカスを打ち消そうとするものである。

【0026】まず、フレネルレンズの焦点距離の変動について解析する。回折効果を利用しているフレネルレンズは、レーザダイオードの発振波長に対して以下の式に示す関係で焦点距離が変動する。

$$\dots\dots (1)$$

$$\dots\dots (1a)$$

7

8

 λ : レーザダイオード発振波長 λ' : 変化後のレーザダイオード発振波長 f : フレネルレンズ焦点距離 f' : 変動後のフレネルレンズ焦点距離

$$\Delta X_s = (f_s / f_{co})^2 \Delta f$$

 ΔX_s : 主走査方向像面デフォーカス量 Δf : フレネルレンズ焦点距離変動量 f_s : 走査光学系主走査方向焦点距離

$$\Delta X_v = \beta^2 (f_{cr} / f_{co})^2 \Delta f$$

 ΔX_v : 副走査方向像面デフォーカス量 β : 走査光学系副走査方向横倍率 f_{cr} : シリンドリカルレンズ焦点距離

さらに、デフォーカス量とビーム径との関係は以下の式★

$$D / D_0 = \sqrt{1 + (4 \lambda \Delta X_H / \pi D_0^2)^2} \quad \text{.....(4)}$$

【0029】 D_0 : λ の波長による像面上のビーム径
($1/e^2$ 値) D : ΔX_s だけデフォーカスしたときの像面上のビーム
径($1/e^2$ 値)

そこで、前記式(4)において、実用上許容できるビー☆20

$$\sqrt{1 + (4 \lambda \Delta X_H / \pi D_0^2)^2} < D / D_1 \quad \text{.....(4a)}$$

【0031】 一方、レーザダイオードの発振波長が λ から
 λ' に変化したときフレネルレンズの焦点距離の変動◆

$$\Delta f = (\lambda' - \lambda) / \lambda' \cdot f_{co} \quad \text{.....(5)}$$

前記実施例1、2では光源ユニット21から収束光が出
射されるように構成しているため、収束光での像面デ
フォーカスを以下に解析する。

【0032】 主走査方向については、図10において、

 a_1 : フレネルレンズからその物点までの距離 b_1 : フレネルレンズからその像点までの距離

$$\Delta X_H = \left(\frac{b_2}{b_1 - L_1} \right)^2 \left(1 - \frac{b_1}{a_1} \right)^2 \Delta f \quad \text{.....(2b)}$$

【0034】 一方、副走査方向については、図10にお
いて、さらに追加して、 L_2 : フレネルレンズからシリンドリカルレンズまでの
距離 b_2 : シリンドリカルレンズからその像点までの距離

$$\Delta X_v = \beta^2 \left(\frac{b_3}{b_1 - L_2} \right)^2 \left(1 - \frac{b_1}{a_1} \right)^2 \Delta f \quad \text{.....(3b)}$$

【0036】 第1実施例の光学系20についてデフォー
カス量 ΔX_s を計算すると、例えば、 $a_1 = 6.06$ m、 $b_1 = 600$ mm、 $L_1 = 200$ mm、 $b_2 = 150$ mmとすると、 ΔX_s は $1351 \Delta f$ となる。また、デ
フォーカス量 ΔX_v を計算すると、例えば、 $a_1 = 6.0$ mm、 $b_1 = 600$ mm、 $L_2 = 50$ mm、 $b_3 = 50$ mm、 $\beta = 2$ とすると、 ΔX_v は $318 \Delta f$ となる。即
ち、主走査方向のデフォーカスは副走査方向のそれに対*以上の焦点距離の変動による像面上でのデフォーカス
は、コリメータレンズの出射光が平行光となる場合、以
下の式(2)、(3)に示す関係で拡大される。

【0027】 主走査方向:

$$\text{.....(2)}$$

※ f_{co} : フレネルレンズ焦点距離

副走査方向

$$\text{.....(3)}$$

10★(4)で示される。

【0028】

【数1】

☆ム径の上限を D_1 とすると、波長変化したときにも $D <$
 D_1 が満たされればよい。即ち、

【0030】

【数2】

◆量 Δf は、以下の式(5)で表わされる。

$$\text{.....(5)}$$

* L_1 : フレネルレンズから走査レンズまでの距離 b_2 : 走査レンズからその像面までの距離と設定すると、デフォーカス量 ΔX_s は以下の式(2
b)で表わされる。

【0033】

【数3】

※ β : 走査光学系副走査方向横倍率と設定すると、デフォーカス量 ΔX_v は以下の式(3
b)で表わされる。

【0035】

【数4】

して4倍強の感度を持つ。

【0037】 第2実施例の光学系20'についてデフォー
カス量 ΔX_s を計算すると、例えば、 $a_1 = 4.64$ m、 $b_1 = 534$ mm、 $L_1 = 232.3$ mm、 $b_2 = 147.7$ mmとすると、 ΔX_s は $3119 \Delta f$ となる。
また、デフォーカス量 ΔX_v を計算すると、例えば、 $a_1 = 4.64$ mm、 $b_1 = 534$ mm、 $L_2 = 40$ mm、 $b_3 = 33.5$ mm、 $\beta = 4.85$ とすると、 ΔX_v は 14

0.8Δfとなる。即ち、主走査方向のデフォーカスは副走査方向のそれに対して2倍強の感度を持つ。

【0038】前述の考察で明らかなように、第1実施例の場合は、走査系によるデフォーカスのうち、大きい副走査方向のΔX_vを手前側に戻そうとすると、主走査方向のΔX_sが4倍強の量で発生する。両者をバランスよく補正するためには、図11で説明したように、ΔX_s'が0.14mm、ΔX_v'が3.76mmとすると、ΔX_s=1351Δf、ΔX_v=318Δfであるため、Δfを-0.00228に設定するとΔX_sとΔX_vを共に±3.02mmにバランスよく補正できる(図12参照)。

【0039】また、第2実施例の場合、主走査方向のΔX_sが副走査方向のΔX_vの2倍強の量で発生するに止まる。従って、ΔX_s'が0.14mm、ΔX_v'が3.76mmとすると、ΔX_s=3119Δf、ΔX_v=1408*

$$\begin{aligned} D &= D_1 - D_2 - D_3 \\ D' &= D_1' - D_2' - D_3' \\ &= D_1(1 + \alpha_1 \Delta T) - D_2(1 + \alpha_2 \Delta T) - D_3(1 + \alpha_3 \Delta T) \end{aligned} \quad \text{..... (6a)} \quad \text{..... (6b)}$$

従って、

$$\begin{aligned} \Delta D &= D' - D \\ &= (D_1 \alpha_1 - D_2 \alpha_2 - D_3 \alpha_3) \Delta T \end{aligned} \quad \text{..... (7)}$$

ΔTの温度変化により、発振波長がΔλ(λ'-λ)だけ変化し、それに応じてフレネルレンズ24の焦点距離がΔf(f'-f)だけ変動すると、Δfは以下の式※

$$\lambda' = \lambda + (d\lambda/dT) \Delta T \quad \text{..... (8)}$$

$$\begin{aligned} f' &= (\lambda/\lambda') f \\ &= \{ \lambda / [\lambda + (d\lambda/dT) \Delta T] \} f \end{aligned} \quad \text{..... (9)}$$

【0043】

30 【数5】

$$\begin{aligned} \Delta f &= f' - f \\ &= \left(\frac{\lambda}{\lambda + \frac{d\lambda}{dT} \Delta T} - 1 \right) f \end{aligned} \quad \text{.....(10)}$$

【0044】次に、レンズ基材の熱膨張による焦点距離の変動を考察する。焦点距離fのn番目の格子の半径Rnは、以下の式(11)で表わされる。★

$$R_n = \sqrt{\frac{\lambda f}{2} (2n - 1)} \quad \text{.....(11)}$$

【0046】従って、焦点距離fは、以下の式(12)

$$f = 2R_n^2 / \lambda (2n - 1) \quad \text{..... (12)}$$

線膨張係数α_sを持つレンズ基材の温度変化量ΔTに対する格子径の変化量Rn'は、以下の式(13)で表わ☆

$$R_n' = R_n (1 + \alpha_s \Delta T) \quad \text{..... (13)}$$

この場合、焦点距離f'とその変動量Δfは以下の式(14)、(15)で表わされる。

$$\begin{aligned} f' &= 2R_n'^2 (1 + \alpha_s \Delta T)^2 / \lambda (2n - 1) \\ &= (1 + \alpha_s \Delta T)^2 f \end{aligned} \quad \text{..... (14)}$$

*Δfであるため、Δfを-0.000859に設定するとΔX_sとΔX_vを共に±2.55mmにバランスよく補正できる(図12参照)。

【0040】ところで、前記フレネルレンズ焦点距離の変動量Δfは光源ユニット21としてはホルダ22、25の熱膨張を考慮した光源部デフォーカス量Δxとして像面デフォーカスの補正を検討しなければならない。

【デフォーカスの補正II】図3を参照して、光源ユニット21の構成部材(ホルダ22、25、レンズ基材)の熱膨張によるレーザダイオード23の発光部23aとフレネルレンズ24との距離変動について考察する。

【0041】各構成部材が発光部23aとフレネルレンズ24の距離に関わる有効長をそれぞれD₁、D₂、D₃とし、熱膨張係数をホルダ22がα₁、レンズ24の基材がα₂、ホルダ25がα₃とすると、温度変化ΔTを与えた場合、距離変化量ΔD(D'-D)は、

..... (6a)

..... (6b)

※(8)、(9)から式(10)として表わされる。

【0042】

★【0045】

【数6】

で表わすことができる。

☆される。

【0047】

II

12

$$\begin{aligned}\Delta f &= f' - f \\ &= [(1 + \alpha_3 \Delta T)^2 - 1] f \\ &= \alpha_3 \Delta T (\alpha_3 \Delta T + 2) f\end{aligned}\quad \text{..... (15)}$$

前記式(7)、(10)、(15)を総合すると、 ΔD だけ物点(レーザダイオード23)が後退することは、レーザダイオード23とフレネルレンズ24間の距離が固定され、フレネルレンズ24の焦点距離が $\Delta f = -\Delta D$ だけ変動したことに実質的に等しい。従って、式(7)、(10)、(15)のそれぞれにおける焦点距*

*離変動量を Δf_1 、 Δf_2 、 Δf_3 とすると、 Δf 及びこれらの変動量は以下の式(16)～(19)で表わされる。

【0048】

【数7】

$$\Delta f = \Delta f_1 + \Delta f_2 + \Delta f_3 \quad \text{.....(16)}$$

$$\Delta f_1 = -(D_1 \alpha_1 - D_2 \alpha_2 - D_3 \alpha_3) \Delta T \quad \text{.....(17)}$$

$$\Delta f_2 = \left(\frac{\lambda}{\lambda + \frac{d\lambda}{dT} \Delta T} - 1 \right) f \quad \text{.....(18)}$$

$$\Delta f_3 = \alpha_3 \Delta T (\alpha_3 \Delta T + 2) f \quad \text{.....(19)}$$

【0049】[光源ユニットの設計例] 以下、光源ユニット21の具体的な設計例について説明する。まず、第1実施例の光学系20について、必要条件は前述の如く $\Delta f = -0.00228$ である。従って、 $\lambda = 780$ nm、 $d\lambda/dT = 0.225$ mm/°C、 $\Delta T = 20$ °C、 $f = 6$ mmとし、フレネルレンズ24の材質をポリカーボネイト($\alpha_3 = 8 \times 10^{-5}$)、その厚み D_3 を1.2 mm※

20※mとした場合、 Δf_2 、 Δf_3 の値は自動的に決まり、前記必要条件を満足するため、 D_1 、 D_2 を最適化して Δf の値を目標値に合わせればよい。

【0050】即ち、前式(18)、(19)に基づき、以上の条件で Δf_2 は-0.034417、 Δf_3 は0.019215となる。これらの値を前式(16)に代入すると、 Δf_1 を求めることができる。

$$-0.00228 = \Delta f_1 - 0.034417 + 0.019215$$

$$\Delta f_1 = 0.012922$$

ホルダ22の材質を液晶ポリマ($\alpha_1 = 1 \times 10^{-5}$)、

★以下の式(20)として表わされる。

ホルダ25の材質をポリアセタール($\alpha_2 = 13 \times 10^{-5}$)とすると、前式(17)に基づいて D_1 の計算式が★

30 【0051】

$$0.012922 = -(D_1 \times 1 \times 10^{-5} - D_2 \times 13 \times 10^{-5} - 1.2 \times 8 \times 10^{-5}) \times 20$$

$$D_1 = 13 D_2 - 55.01 \quad \text{..... (20)}$$

一方、光学系20の場合、発光部23aからフレネルレンズ24までの距離 a_1 は6.06 mmであり、レーザダイオード23の位置決め面から発光部23aまでの距

☆離は1.27 mmとなるため、これらの値を前式(6a)に代入すると、以下の式(21)が得られる。

【0052】

$$D_1 = 1.27 + 6.06 + 1.2 + D_2$$

$$= D_2 + 8.53 \quad \text{..... (21)}$$

前式(20)、(21)を解くと、 $D_1 = 13.83$ mm、 $D_2 = 5.30$ mmとなる。また、第2実施例の光学系20'については、必要条件は前述の如く $\Delta f = -$

40 ◆0.000859である。 $f = 4.6$ mm、 $a_1 = 4.64$ mmとし、他の条件を前記第1実施例及びそこで Δf を求めた場合と同じとすると、

$$\Delta f_2 = -0.026386$$

$$\Delta f_3 = 0.014732$$

$$\Delta f_1 = 0.010795$$

$$D_1 = 13 D_2 - 44.375 \quad \text{..... (20a)}$$

$$D_1 = D_2 + 7.11 \quad \text{..... (21a)}$$

前記式(20a)、(21a)と解くと、 $D_1 = 11.40$ mm、 $D_2 = 4.29$ mmとなる。

である。

【0054】

【0053】以上を整理すると、以下の表1に示す通り

50 【表1】

表1(設計例)

	収縮係数	材質	寸法(mm)	
			第1実施例	第2実施例
ホルダ22	1×10^{-5}	液晶ポリマ	$D_1: 13.83$	$D_1: 11.40$
ホルダ25	13×10^{-5}	ポリアセタール	$D_2: 5.30$	$D_2: 4.29$
フレネルレンズ	8×10^{-5}	ポリカーボネイト	$D_3: 1.20$	$D_3: 1.20$

【0055】[他の実施例]なお、本発明に係るレーザービーム走査光学系は前記実施例に限定するものではなく、その要旨の範囲で種々に変更することができる。例えば、光源ユニットにあっては、レーザーダイオード23の発光部23aをフレネルレンズ24の焦点位置に設定し、平行光を出射するものとしてもよい。

【0056】また、偏向器としてはポリゴンミラー以外にガルバノミラーを用いてもよい。

【0057】

【発明の効果】以上の説明で明らかなように、本発明によれば、回折効果を有する集光レンズをレーザーダイオードと組み合わせて用いたため、小型、軽量の光源ユニットを得ることができ、無調整で走査光学系に組み込むことができる。しかも、レーザーダイオードと集光レンズの特性を利用することにより、走査光学系に製作が容易で安価な樹脂製レンズを用いたとしても、それらの温度上昇による像面上でのデフォーカスを光源ユニットでのデフォーカス(出射ビームの収束度合の変化)で相殺し合うようにしたため、最終的には走査光学系の像面上でのデフォーカスを実用上問題とならない程度に抑えることができる。

【図面の簡単な説明】

【図1】本発明に係るレーザービーム走査光学系を備えたプリンタの概略構成図。

【図2】本発明に係るレーザービーム走査光学系の第1実施例を示す斜視図。

【図3】レーザー光源ユニットの断面図。

【図4】図3に示されているフレネルレンズの集光作用

を示す斜視図。

【図5】本発明に係るレーザービーム走査光学系の第2実施例を示す斜視図。

【図6】基準温度(20℃)における光学系の像面湾曲特性を示すグラフ。

20 【図7】シリンドリカルレンズのみを40℃に上げたときの光学系の像面湾曲特性を示すグラフ。

【図8】トーリックレンズのみを40℃に上げたときの光学系の像面湾曲特性を示すグラフ。

【図9】球面ミラーのみを40℃に上げたときの光学系の像面湾曲特性を示すグラフ。

【図10】基準温度(20℃)における光学系でのビームの収束状態を示す説明図、(A)は主走査方向、(B)は副走査方向を示す。

30 【図11】温度上昇時に補正が行われなかった場合、光学系でのビームの収束状態を示す説明図、(A)は主走査方向、(B)は副走査方向を示す。

【図12】温度上昇時に補正が行われた場合、光学系でのビームの収束状態を示す説明図、(A)は主走査方向、(B)は副走査方向を示す。

【符号の説明】

20、20'…レーザービーム走査光学系

21…レーザー光源ユニット

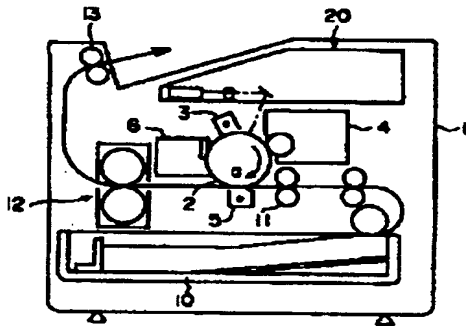
22…ホルダ(補正部材)

23…レーザーダイオード

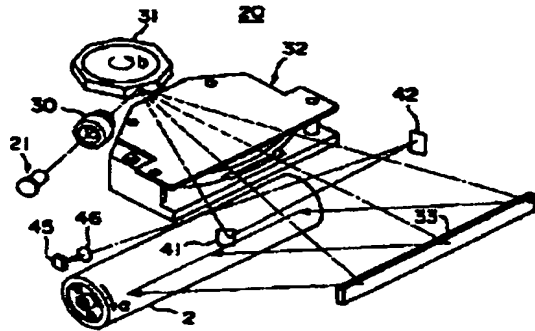
40 24…フレネルレンズ

26…ホルダ(補正部材)

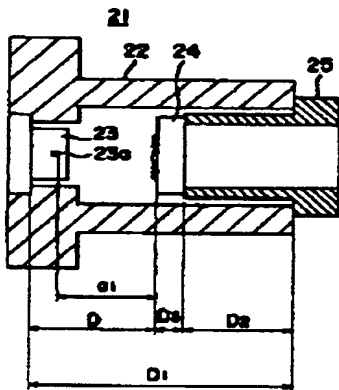
【図1】



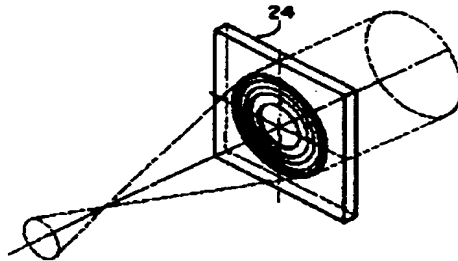
【図2】



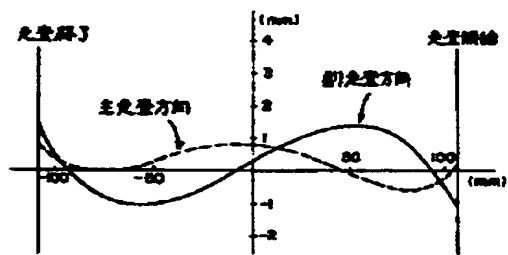
【図3】



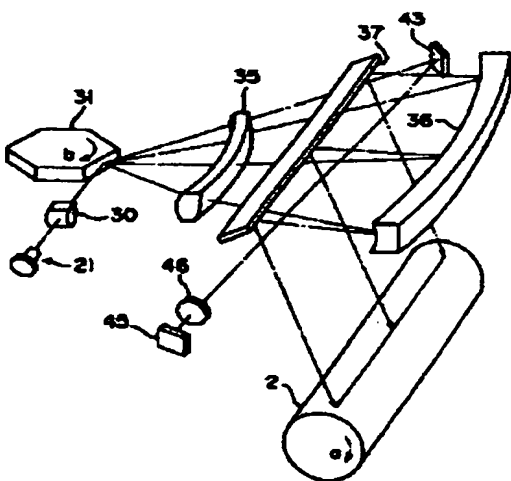
【図4】



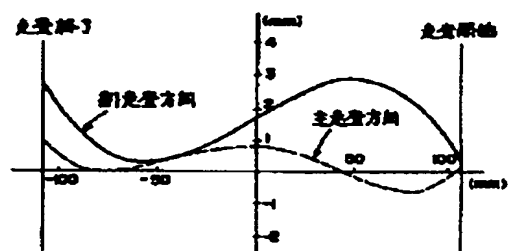
【図6】



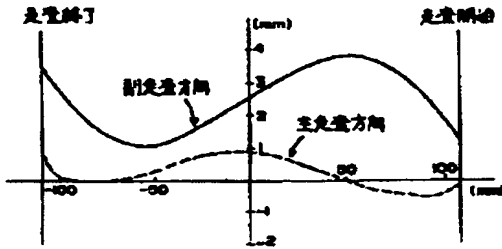
【図5】



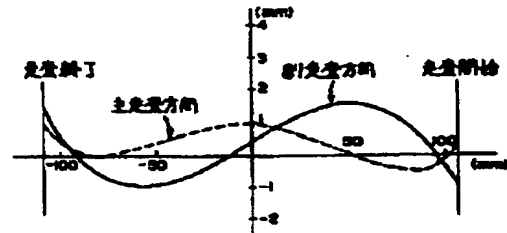
【図7】



【図8】

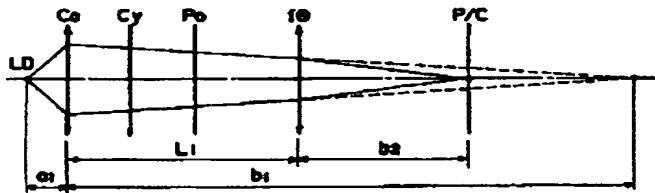


【図9】

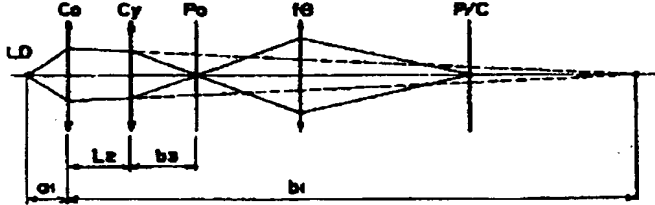


【図10】

(A) 主光量方向

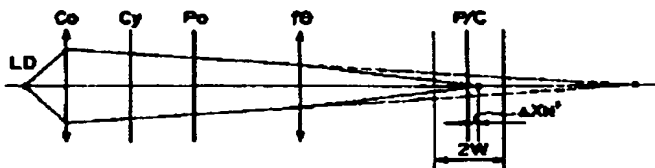


(B) 副光量方向

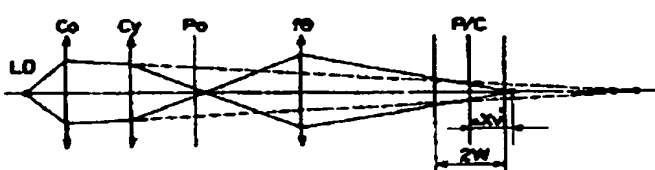


【図11】

(A) 主光量方向

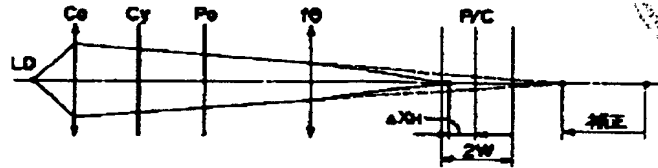


(B) 副光量方向

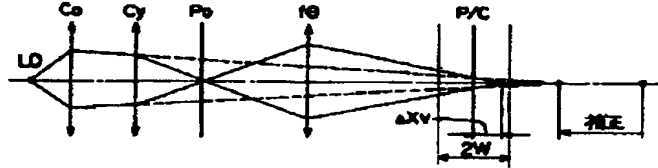


【図12】

(A) 主光軸方向



(B) 斜光軸方向



フロントページの続き

(72)発明者 濱田 明佳

大阪府大阪市中央区安土町二丁目3番13号
大阪国際ビル ミノルタカメラ株式会社
内

(72)発明者 中村 弘

大阪府大阪市中央区安土町二丁目3番13号
大阪国際ビル ミノルタカメラ株式会社
内

(72)発明者 小野 理

大阪府大阪市中央区安土町二丁目3番13号
大阪国際ビル ミノルタカメラ株式会社
内

(72)発明者 村上 正典

大阪府大阪市中央区安土町二丁目3番13号
大阪国際ビル ミノルタカメラ株式会社
内

(72)発明者 緒方 司郎

京都府京都市右京区花園土堂町10番地 オ
ムロン株式会社内

(72)発明者 伊藤 嘉則

京都府京都市右京区花園土堂町10番地 オ
ムロン株式会社内

**This Page is Inserted by IFW Indexing and Scanning
Operations and is not part of the Official Record**

BEST AVAILABLE IMAGES

Defective images within this document are accurate representations of the original documents submitted by the applicant.

Defects in the images include but are not limited to the items checked:

- ☐ BLACK BORDERS
- ☐ IMAGE CUT OFF AT TOP, BOTTOM OR SIDES
- ☐ FADED TEXT OR DRAWING
- ☒ BLURRED OR ILLEGIBLE TEXT OR DRAWING
- ☐ SKEWED/SLANTED IMAGES
- ☐ COLOR OR BLACK AND WHITE PHOTOGRAPHS
- ☐ GRAY SCALE DOCUMENTS
- ☐ LINES OR MARKS ON ORIGINAL DOCUMENT
- ☐ REFERENCE(S) OR EXHIBIT(S) SUBMITTED ARE POOR QUALITY
- ☐ OTHER: _____

IMAGES ARE BEST AVAILABLE COPY.

As rescanning these documents will not correct the image problems checked, please do not report these problems to the IFW Image Problem Mailbox.